



ИНЖЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ: ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ И ДИАГНОСТИКА

Екатеринбург
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра сервиса и эксплуатации транспортных
и технологических машин

ИНЖЕКТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ: ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ И ДИАГНОСТИКА

Методические указания к выполнению практических
и лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения
направлений 190600.62 «Эксплуатация
транспортно-технологических машин и комплексов»
и 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства»
дисциплин «Техническая эксплуатация силовых агрегатов и трансмиссий»,
«Конструкция и основы расчета энергетических установок»,
«Конструкция и эксплуатационные свойства ТнТТМО»,
«Силовые агрегаты», «Конструкция автомобилей и тракторов»

Екатеринбург
2013

Печатается по рекомендации методической комиссии ИАТТС.
Протокол № 2 от 02 октября 2012 года.

Авторы: А.П. Панычев, А.П. Пупышев, А.И. Шкаленко, Д.В. Шатунов,
А.Д. Обухов

Рецензент канд. техн. наук доцент Есюнин Е.Г.

Редактор Е.Л. Михайлова

Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 25.04.2013	Поз. 47
Плоская печать	Тираж 10 экз.
Заказ	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

1. Общие сведения

Инжекторная система питания бензинового двигателя – это специальная система подачи топлива в двигатель внутреннего сгорания, которая устанавливается на современных бензиновых двигателях. Основное отличие такой системы от карбюраторной состоит в том, что подача топлива осуществляется непосредственно путем впрыска топлива с помощью форсунок двигателя. Те бензиновые двигатели, которые оборудованы подобной системой, называются **инжекторными**.

Существует несколько вариантов инжекторных систем бензинового двигателя. Так, например, имеются различные вариации точек установки форсунок в двигателе, а также вариации их количества.

По точке установки и количеству установленных форсунок различают следующие инжекторные системы питания бензинового двигателя.

1. Инжекторные системы, оборудованные центральным (моно) впрыском бензинового топлива (рис. 1). В данной вариации существует в двигателе только одна форсунка, которая расположена на том месте, где должен располагаться карбюратор у карбюраторной системы. В настоящее время используется достаточно редко по причине своей низкой эффективности.

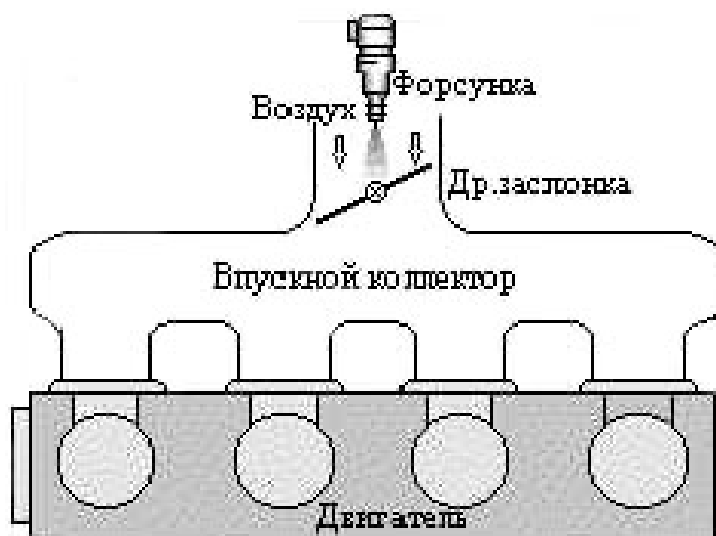


Рис. 1. Инжекторная система, оборудованная центральным впрыском топлива

2. Инжекторные системы, которые оборудованы распределенным впрыском (рис. 2). В таких инжекторных системах на каждый цилиндр предусмотрено по одной форсунке. Эти форсунки расположены, как правило, во впускном коллекторе двигателя.

При фазированном распределенном впрыске топлива каждая форсунка открывается только непосредственно перед впрыском топлива в цилиндры двигателя транспортного средства. Фазированный впрыск на

данный момент используется наиболее часто. Также существует прямой (непосредственный) впрыск топлива инжекторной системы, при котором форсунки располагаются в непосредственной близости от цилиндров. Впрыск топлива при этом происходит сразу в камеру сгорания топлива. Непосредственный впрыск топлива в цилиндры пока не нашел широкого применения из-за тяжелых условий работы форсунок и сложности размещения форсунки в камере сгорания. Кроме того, в этом случае необходимо подавать топливо под сравнительно высоким давлением – 3–4 МПа.

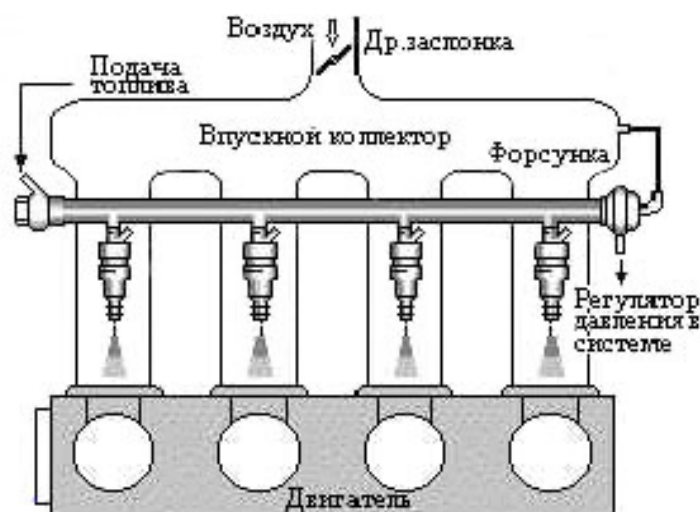


Рис. 2. Инжекторная система, оборудованная распределенным впрыском топлива

В настоящее время в современных инжекторных системах управление ими осуществляется при помощи специальных микроконтроллеров (электронных блоков управления), которые регулируют уровень подачи топлива, а также его количество. Данный вид управления инжекторными системами автомобиля принято называть электронным. Смысл работы такого аппарата заключается в том, что решение о времени подачи топлива в цилиндры, а также о длительности открытия форсунок системы и о количестве подаваемого топлива принимает только микроконтроллер, который основывается на данных, поступающих от специальных датчиков, регулирующих работу двигателя внутреннего сгорания транспортного средства. На некоторых моделях бензинового двигателя работают механические устройства, которые осуществляют те же функции, что и микроконтроллер. Но в настоящее время такие системы можно найти только на тех автомобилях, которые были выпущены с заводского конвейера значительно раньше.

Контроллер получает информацию с датчиков, которые уведомляют его:

- о положении и работе коленчатого вала;
- температуре охлаждающей жидкости;

- расходе воздуха бензиновым двигателем;
- положении дроссельной заслонки;
- содержании кислорода в отработавших газах;
- напряжении в бортовой системе двигателя;
- наличии детонации в двигателе внутреннего сгорания;
- скорости транспортного средства;
- запросе на включение/выключение кондиционерной системы автомобиля (если такая система предусмотрена комплектацией автомобиля);
- положении распределительного вала и др.

После получения этой информации микроконтроллер осуществляет управление следующими системами и приборами:

- системой зажигания;
- дроссельным узлом;
- топливоподачей;
- вентилятором системы охлаждения;
- муфтой компрессора кондиционера;
- системой диагностики;
- адсорбером системы улавливания паров бензина (если данная система предусмотрена базовой комплектацией транспортного средства).

Как и любая другая система, инжекторная система питания бензинового двигателя обладает определенными достоинствами и недостатками, которые своеобразным образом влияют на выбор потребителей.

Из достоинств можно назвать следующие факторы:

- значительное уменьшение выбросов несгоревших углеводородов;
- упрощение запуска двигателя автомобиля;
- уменьшение расхода топлива;
- уменьшение расхода масла;
- более линейная характеристика крутящего момента;
- улучшение динамических и мощностных характеристик двигателя внутреннего сгорания;

– система не требует ручной регулировки своей работы, т. е. полностью самостоятельно выполняет работу по настройке всех необходимых данных, которые передаются при помощи датчиков кислорода.

Среди недостатков можно отметить следующие:

- высокая стоимость ремонта данной системы;
- высокая стоимость деталей, которые могут быть необходимы при ремонте инжекторной системы;
- обязательное наличие только качественного топлива;
- необходимость в специализированном персонале, который будет обслуживать данную систему;
- низкая ремонтпригодность всех элементов системы, особенно это касается тех элементов, которые обеспечивают адекватную работу микроконтроллера.

2. Требования к современному бензиновому двигателю

Экологические требования к современному автомобилю являются в настоящее время приоритетными. **Экологическая безопасность** – это свойство автомобиля снижать негативные последствия влияния эксплуатации автомобиля на участников движения и окружающую среду; направлена на снижение токсичности отработанных газов, уменьшение шума, снижение радиопомех при движении автомобиля. К современному автомобильному бензиновому двигателю предъявляют следующие требования:

- высокая экономичность, т. е. расход топлива автомобилем должен быть 3...5 л на 100 км при литраже двигателя до 1,2 л и 4...6 л на 100 км при литраже до 2 л;

- выполнение норм ЕВРО по токсичности;

- низкие показатели по шумности;

- точное регулирование угла опережения зажигания и состава смеси на всех режимах работы двигателя.

Выполнение этих требований, особенно по экономичности и токсичности, возможно только при использовании цифровых электронных систем. Несколько тысяч опытных данных вводятся в память электронного блока управления (ЭБУ), выполненного на базе микропроцессора (МП). Эти системы часто называют микропроцессорными системами управления (МПСУ). Получая от многих датчиков сигналы, МП определяет режим работы двигателя и подает команды исполнительным органам (системе зажигания и форсункам), обеспечивая точный угол опережения зажигания и состав смеси.

Несмотря на многочисленные попытки заменить двигатель внутреннего сгорания каким-либо другим, не выделяющим токсичные вещества, альтернативы ему пока нет. А если принципиально новый двигатель и появится, то переналадка производства для его крупносерийного выпуска потребует грандиозных капиталовложений и произойдет далеко не сразу. Вместе с тем уже сейчас человечество подошло к той черте, когда без экологически чистого автомобиля просто не обойтись. И выход пока видится один – надо если не полностью исключить, то во всяком случае свести к минимуму вредные выбросы ДВС. Известно, что топливо сгорает в камере при взаимодействии с кислородом воздуха. Этот процесс сопровождается интенсивным выделением тепла, которое и преобразуется в работу. Теоретически для сгорания 1 кг бензина требуется 14,7 кг воздуха, однако на практике этого количества оказывается недостаточно. Дело в том, что воспламенение и сгорание горючей смеси длятся тысячные доли секунды, и к такому быстрому процессу она зачастую не подготовлена. В смеси остаются газы от предыдущего цикла, препятствующие доступу кислорода к частицам топлива; кроме того, не удастся добиться ее идеального перемешивания по объему цилиндра, особенно у непрогретого двигателя и на

переходных режимах. В результате не все топливо окисляется до конечных продуктов, и для нормального протекания процесса сгорания его приходится добавлять. Если в горючей смеси количество топлива больше расчетного, смесь называется богатой, если меньше – бедной. При средних нагрузках главное внимание обращается на экономичность, поэтому в камеру сгорания подается несколько обедненная смесь. При небольшом обогащении смеси скорость ее сгорания увеличивается, в камере развиваются более высокие температура и давление. Для максимальных нагрузок или резкого перехода с малой нагрузки на большую требуется богатая смесь. Большое количество топлива подается в цилиндры и при пуске холодного двигателя, когда горючую смесь образуют только самые легкие фракции топлива. В этих случаях из-за недостатка кислорода топливо сгорает не полностью. Двигатель хотя и развивает большую мощность, но работает неэкономично и выбрасывает в атмосферу токсичные продукты неполного сгорания.

Наиболее токсичными компонентами отработавших газов бензиновых двигателей являются: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), углеводороды (C_nH_m), а в случае применения этилированного бензина – свинец. Эти компоненты загрязняют окружающую среду, приводят к проблеме загазованности в крупных городах. За последние 15 лет она встала особенно остро. Были законодательно утверждены требования по токсичности выхлопов новых автомобилей, которые периодически пересматривались и ужесточались (таблица).

Содержание вредных веществ в отработанных газах (г/км)

	Бензиновые двигатели				Дизельные двигатели		
	CO	CH	NO _x	Твердые частицы	CO	CH+NO _x	Твердые частицы
Евро II (1996)	2,2	0,5 (суммарно)	–	–	1	0,9/0,7*	0,1/0,08*
Евро III (2000)	2,3	0,2	0,15	–	0,64	0,56	0,05
Евро IV (2005)	1	0,1	0,08	–	0,5	0,3	0,025
Евро V (2010)	1	0,075	0,06	0,005	0,5	0,25	0,005

*Двигатели с непосредственным впрыском/с разделенными камерами.

При современном уровне развития техники наиболее эффективным способом снижения токсичности выхлопа является нейтрализация токсичных компонентов отработавших газов с использованием химических реакций окисления и (или) восстановления. С этой целью в выпускную систему двигателя устанавливают (рис. 3) специальный термический реактор (трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы).

Трехкомпонентными их называют потому, что они нейтрализуют три вредных составляющих выхлопных газов: CO, CH и NO. Трехкомпонент-

ный каталитический нейтрализатор представляет собой корпус из нержавеющей стали, включенный в систему выпуска до глушителя. В корпусе располагается блок носителя с многочисленными продольными порами, покрытыми тончайшим слоем вещества катализатора, которое само не вступает в химические реакции, но одним своим присутствием ускоряет их течение. В качестве катализатора используется платина и палладий, которые способствуют окислению CO и CH , а родий «борется» с NO_x . В результате реакций в нейтрализаторе токсичные соединения CO , CH и NO_x окисляются или восстанавливаются до углекислого газа CO_2 , азота N_2 и воды H_2O .



Рис. 3. Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор

Как правило, носителем в нейтрализаторе служит спецкерамика – монолит со множеством продольных сот-ячеек, на которые нанесена специальная шероховатая подложка. Это позволяет максимально увеличить эффективную площадь контакта каталитического покрытия с выхлопными газами – до величин около 20 тыс. м^2 . Причем вес благородных металлов, нанесенных на подложку на этой огромной площади, составляет всего 2–3 г. Керамика сделана достаточно огнеупорной – выдерживает температуру до 800–850 °С. Но все равно при неисправности системы питания и длительной работе на переобогащенной рабочей смеси монолит может не выдержать и оплавиться – и тогда каталитический нейтрализатор выйдет из строя. Впрочем, все шире в качестве носителей каталитического слоя используются тончайшие металлические соты. Это позволяет увеличить площадь рабочей поверхности, получить меньшее противодавление, ускорить разогрев каталитического нейтрализатора до рабочей температуры и, главное, расширить температурный диапазон до 1000–1050 °С.

На первый взгляд может показаться, что установка катализатора решает все экологические проблемы. Однако температура, при которой катализатор начинает действовать (температура активации), находится в пределах 250–350 °С. Время же, необходимое для разогрева, может достигать

нескольких минут и зависит от типа автомобиля, способа его эксплуатации и температуры воздуха. Холодный катализатор практически неэффективен. Следовательно, необходимо уменьшить время достижения температуры активации. Проблему частично решили, приблизив нейтрализатор к выпускному коллектору (такое сочетание часто называют катколлектором). Кроме этого, коллектор изготавливают из тонкостенных стальных труб вместо массивных чугунных и дополнительно утепляют, уменьшив тем самым тепловые потери. Другой способ быстро прогреть нейтрализатор – подать в отработавшие газы дополнительную порцию воздуха и одновременно обогатить смесь. Топливо догорает уже на выпуске, температура выхлопных газов растет, и нейтрализатор быстрее выходит на рабочий режим. Иногда нейтрализатор разогревают электрическим термоэлементом, однако это влечет дополнительные энергозатраты.

3. Компоновка, типы и конструктивные особенности систем впрыска топлива

Широкое распространение автомобильных двигателей предопределило большое разнообразие их конструкций. Это привело к многовариантности систем управления и топливно-эмиссионных систем.

Задача топливно-эмиссионной системы (рис. 4) состоит в регулировании топливовоздушной смеси и включает следующие функции: измерение количественных и качественных характеристик рабочей смеси; подачу топлива, образование рабочей смеси, распределение смеси по цилиндрам.

Водитель автомобиля управляет дроссельной заслонкой, которая регулирует количество рабочей смеси, в то время как устройство для приготовления рабочей смеси изменяет соотношение воздуха и топлива в этой смеси (качество смеси) дозированием необходимого количества топлива и смешиванием его с воздухом перед подачей в двигатель.

Приготовление рабочей смеси в значительной мере зависит от типа устройства подачи топлива. Топливо обычно попадает во впускной коллектор в виде капель. Определенное количество капель топлива на пути к впускным клапанам испаряется с образованием паров (желательное явление), а другие капли осаждаются в виде пленки на стенках коллектора (нежелательное явление). Большая часть методов улучшения качества смеси при использовании центрального (одноточечного) впрыска топлива заключается в повышении степени распыления топлива у дроссельной заслонки и испаряемости топлива на нагретых стенках впускного коллектора и других горячих элементах системы топливоподачи. При использовании систем с распределенным (многоточечным) впрыском топлива хорошее образование смеси при помощи форсунок дополняется испарением топлива у горячего впускного клапана.



Рис. 4. Топливо-эмиссионные системы

Система распределенного впрыска топлива под нормы токсичности Евро-3

В системе применяется электронный блок управления BOSCHMP7.0H. Система оснащена нейтрализатором, управляющим датчиком кислорода, диагностическим датчиком кислорода, системой улавливания паров бензина и датчиком неровной дороги (рис. 5). В системе применен последовательный впрыск – форсунки включаются последовательно через каждые 180° поворота коленчатого вала в соответствии с порядком работы цилиндров (1-3-4-2).

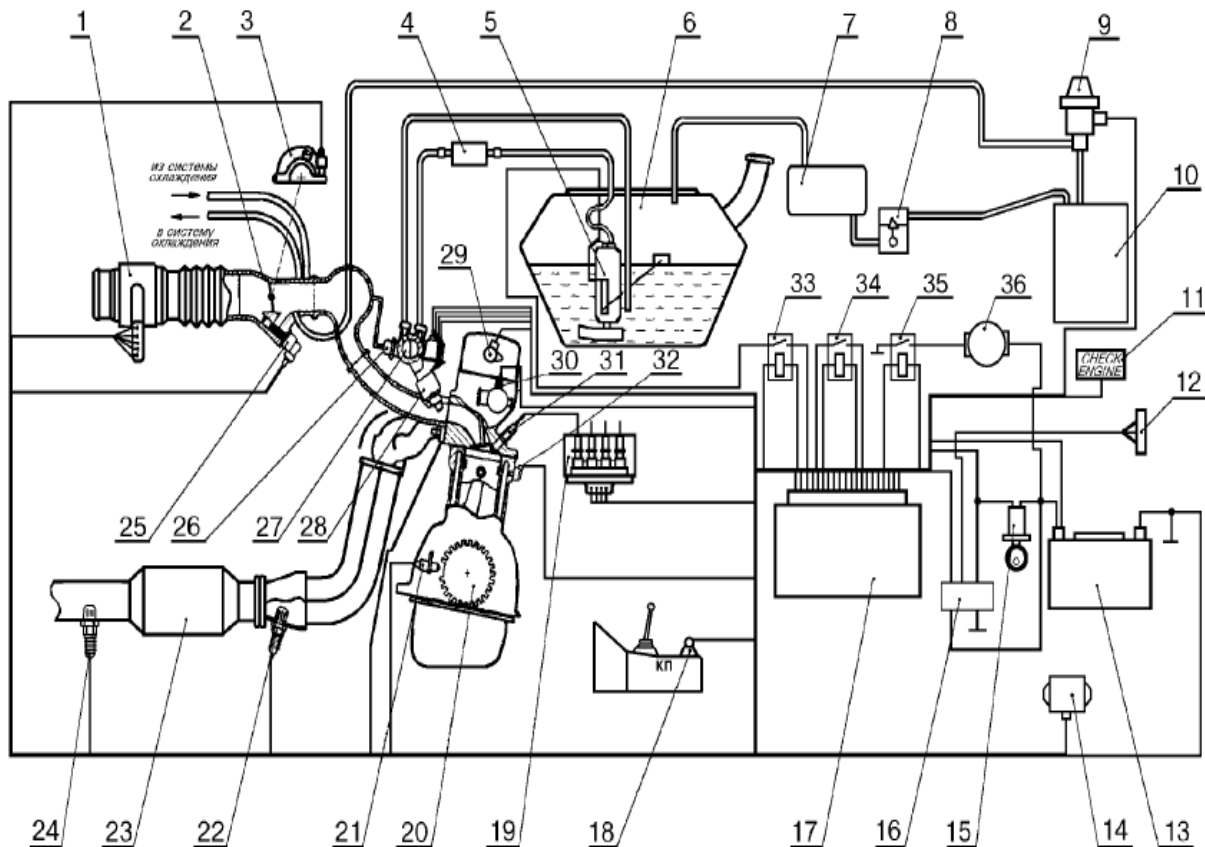


Рис. 5. Схема системы управления ДВС ВАЗ ЕВРО-3:

1 – датчик массового расхода воздуха; 2 – патрубок дроссельный; 3 – датчик положения дроссельной заслонки; 4 – топливный фильтр; 5 – электробензонасос; 6 – топливный бак; 7 – сепаратор; 8 – гравитационный клапан; 9 – электромагнитный клапан продувки адсорбера; 10 – адсорбер; 11 – лампа контроля; 12 – колодка диагностики; 13 – аккумулятор; 14 – датчик неровной дороги; 15 – замок зажигания; 16 – иммобилайзер АПС-4; 17 – ЭБУ; 18 – датчик скорости; 19 – модуль зажигания; 20 – задающий диск; 21 – датчик положения коленчатого вала; 22 – управляющий датчик кислорода; 23 – нейтрализатор; 24 – диагностический датчик кислорода; 25 – регулятор холостого хода; 26 – регулятор давления топлива; 27 – топливная рампа; 28 – форсунки; 29 – датчик фаз; 30 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 31 – свечи зажигания; 32 – датчик детонации; 33 – реле электробензонасоса; 34 – главное реле; 35 – реле электроклапана; 36 – электроклапан системы охлаждения двигателя

Система впрыска K-Jetronic

Система впрыска K-Jetronic фирмы BOSCH (рис. 6) представляет собой механическую систему постоянного впрыска топлива. Топливо под давлением поступает к форсункам, установленным перед впускными клапанами во впускном коллекторе. Форсунка непрерывно распыляет топливо, поступающее под давлением. Давление топлива (расход) зависит от нагрузки двигателя (от разрежения во впускном коллекторе) и от температуры охлаждающей жидкости.

Количество подводимого воздуха постоянно измеряется расходомером, а количество впрыскиваемого топлива строго пропорционально (1:14,7) количеству поступающего воздуха (за исключением ряда режимов работы двигателя, таких как пуск холодного двигателя, работа под полной нагрузкой и т.д.) и регулируется дозатором-распределителем топлива. Дозатор-распределитель или регулятор состава и количества рабочей смеси состоит из регулятора количества топлива и расходомера воздуха. Регулирование количества топлива обеспечивается распределителем, управляемым расходомером воздуха и регулятором управляющего давления.

В свою очередь, воздействие регулятора управляющего давления определяется величиной подводимого к нему разрежения во впускном трубопроводе и температурой жидкости системы охлаждения двигателя.

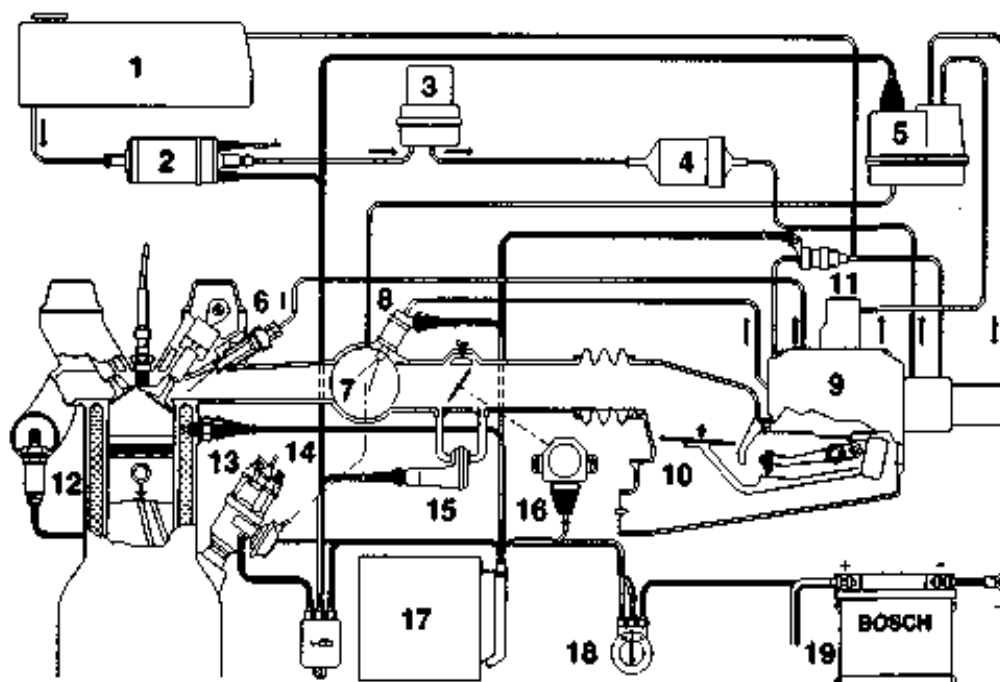


Рис. 6. Схема системы многоточечного впрыска топлива K-Jetronic:

1 – топливный бак; 2 – электробензонасос; 3 – аккумулятор топлива; 4 – топливный фильтр; 5 – регулятор подогрева; 6 – форсунка; 7 – впускной трубопровод двигателя; 8 – пусковая форсунка; 9 – дозатор; 10 – измеритель расхода воздуха; 11 – частотный регулятор; 12 – кислородный датчик; 13 – термовыключатель с таймером; 14 – распределитель зажигания; 15 – регулятор холостого хода; 16 – ДПДЗ; 17 – ЭБУ; 18 – выключатель зажигания; 19 – аккумуляторная батарея

Система впрыска L-Jetronic

Топливо впрыскивается через форсунки с электромагнитным управлением (рис. 7). Форсунка, установленная перед каждым цилиндром, включается в работу один раз за один оборот коленчатого вала. Для упрощения управления форсунками все они подключаются к электроцепи

параллельно. Разность между давлением топлива и давлением во впускном коллекторе двигателя поддерживается на постоянном уровне порядка 2,5...3,0 бар, благодаря чему количество подаваемого топлива определяется исключительно продолжительностью импульса, устанавливаемого ECU. Продолжительность импульса варьируется в соответствии с расходом всасываемого воздуха, частотой вращения коленчатого вала двигателя и другими параметрами, контролируемые датчиками.

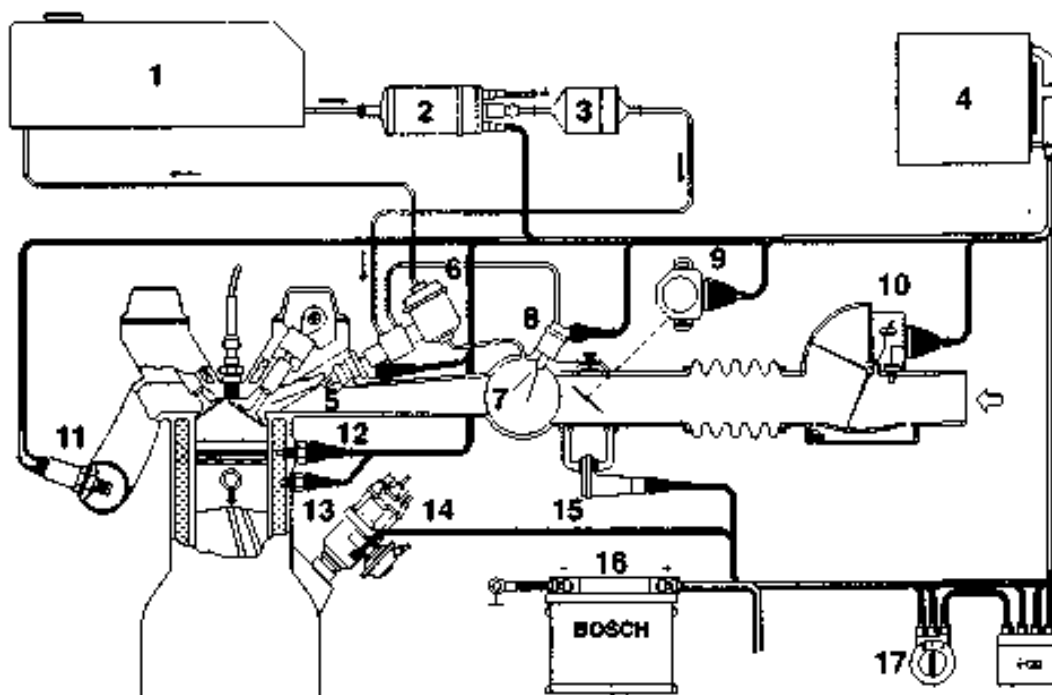


Рис. 7. Схема системы L-Jetronic:

1 – топливный бак; 2 – топливный насос с электроприводом; 3 – топливный фильтр; 4 – ЭБУ; 5 – форсунка; 6 – регулятор давления топлива; 7 – впускной коллектор; 8 – пусковая форсунка; 9 – датчик положения дроссельной заслонки; 10 – измеритель расхода воздуха; 11 – лямбда-зонд; 12 – термовыключатель и реле времени; 13 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 14 – распределитель зажигания; 15 – регулятор частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу; 16 – аккумулятор; 17 – выключатель зажигания

Система впрыска Mono-Jetronic

Mono-Jetronic (рис. 8) – система впрыска с электронным блоком управления. Система имеет одну на весь двигатель (греч. моное – один) магнитоэлектрическую форсунку, топливо, как и в системах L-Jetronic, впрыскивается с интервалами.

Так как топливная форсунка расположена перед дроссельной заслонкой, практически на месте жиклера карбюратора, давление топлива в системе составляет всего около 1 кгс/см^2 . Регулятор давления системы расположен вблизи форсунки в центральном узле впрыска, где размещены

также дроссельная заслонка, выключатель положения дроссельной заслонки, датчик температуры всасываемого воздуха.

Система Mono-Jetronic не имеет расходомера воздуха, поэтому соотношение масс воздуха и топлива здесь менее точное и определяется только положением дроссельной заслонки, температурой всасываемого воздуха и частотой вращения коленчатого вала.

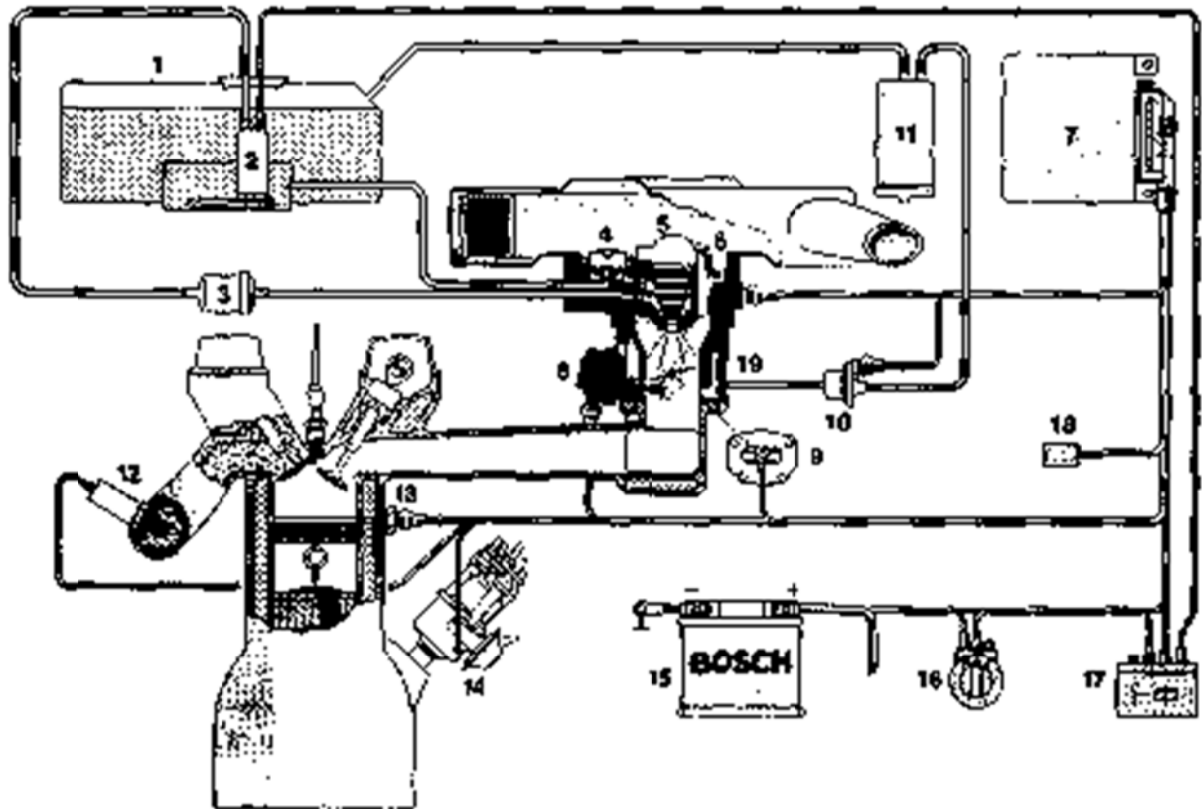


Рис. 8. Схема системы Mono-Jetronic:

1 – топливный бак; 2 – топливный насос с электроприводом; 3 – топливный фильтр; 4 – стабилизатор перепада давления топлива; 5 – форсунка; 6 – датчик температуры воздуха; 7 – электронный блок управления; 8 – привод дроссельной заслонки; 9 – датчик положения дроссельной заслонки; 10 – клапан; 11 – резервуар с углем (адсорбер); 12 – кислородный датчик (лямбда-зонд); 13 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 14 – распределитель зажигания; 15 – аккумулятор; 16 – выключатель зажигания; 17 – реле; 18 – разъем для подсоединения диагностической аппаратуры; 19 – блок центрального впрыска

Устройство, определяющее положение дроссельной заслонки, представляет собой в этой системе не выключатель с контактами (холостого хода, частичной нагрузки, полной нагрузки), а потенциометр, который информирует электронный блок управления о положении заслонки в данный момент времени. Таким образом, основное дозирование топлива осуществляется по трем параметрам: положению дроссельной заслонки,

температуре всасываемого воздуха и частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Корректировка дозирования при холодном пуске и прогреве осуществляется электронным блоком управления по импульсам, получаемым от датчиков температуры всасываемого воздуха, охлаждающей жидкости и потенциометра дроссельной заслонки, который корректирует дозировку при полной нагрузке. Корректировка по токсичности отработавших газов идет по сигналу от лямбда-зонда. Изменение дозирования происходит за счет увеличения или уменьшения времени впрыска при постоянном давлении топлива.

Электронный блок управления сглаживает колебания напряжения бортовой сети и осуществляет регулировку холостого хода. Регулировка холостого хода достигается вращением дроссельной заслонки специальным электродвигателем. При этом увеличивается или уменьшается количество воздуха в зависимости от отклонения мгновенного значения частоты вращения коленчатого вала от номинального значения, заложенного в память электронного блока управления. Блоком управления воспринимается и скорость вращения дроссельной заслонки. При режиме ускорения рабочая смесь обогащается.

Система впрыска Mono-Jetronic может быть выполнена и в варианте с расходомером воздуха и клапаном добавочного воздуха.

Система впрыска LE-Jetronic

Система впрыска LE-Jetronic в принципе подобна системе L-Jetronic. Изменения касаются в основном электронной части (E-Electronic).

В результате изменения электросхемы блока электронного управления удалось уменьшить общее количество контактов в разъеме с 35 до 25.

В расходомере воздуха изменился потенциометр, в нем отсутствуют контакты насоса. Вследствие этого число контактов электроразъема уменьшилось с 7 до 5.

Вместо блока реле и реле пуска холодного двигателя появилось реле управления.

Клапанные форсунки работают без дополнительных сопротивлений. Последнее достигается применением латунных проводов вместо медных, что обеспечивает необходимое электрическое сопротивление.

Система LE2-Jetronic отличается от LE-Jetronic улучшенным пуском и лучшим процессом уменьшения подачи топлива.

Система LE3-Jetronic работает на основе цифрового кода. Блок электронного управления размещен в подкапотном пространстве и объединен с расходомером воздуха. Электронный блок управления контролирует колебания напряжения бортовой сети и «выравнивает» их за счет замедления срабатывания реле клапанных форсунок при помощи измене-

ния времени впрыска. Система впрыска LE4-Jetronic отличается от системы LE3-Jetronic отсутствием пусковой форсунки, термореле и клапана добавочного воздуха.

Система впрыска Mono-Monotronic

На легковых автомобилях массового выпуска применяют более простые и дешевые системы, например Mono-Monotronic (рис. 9). Ее устанавливают на двигателях небольшого рабочего объема автомобилей малого и особо малого класса.

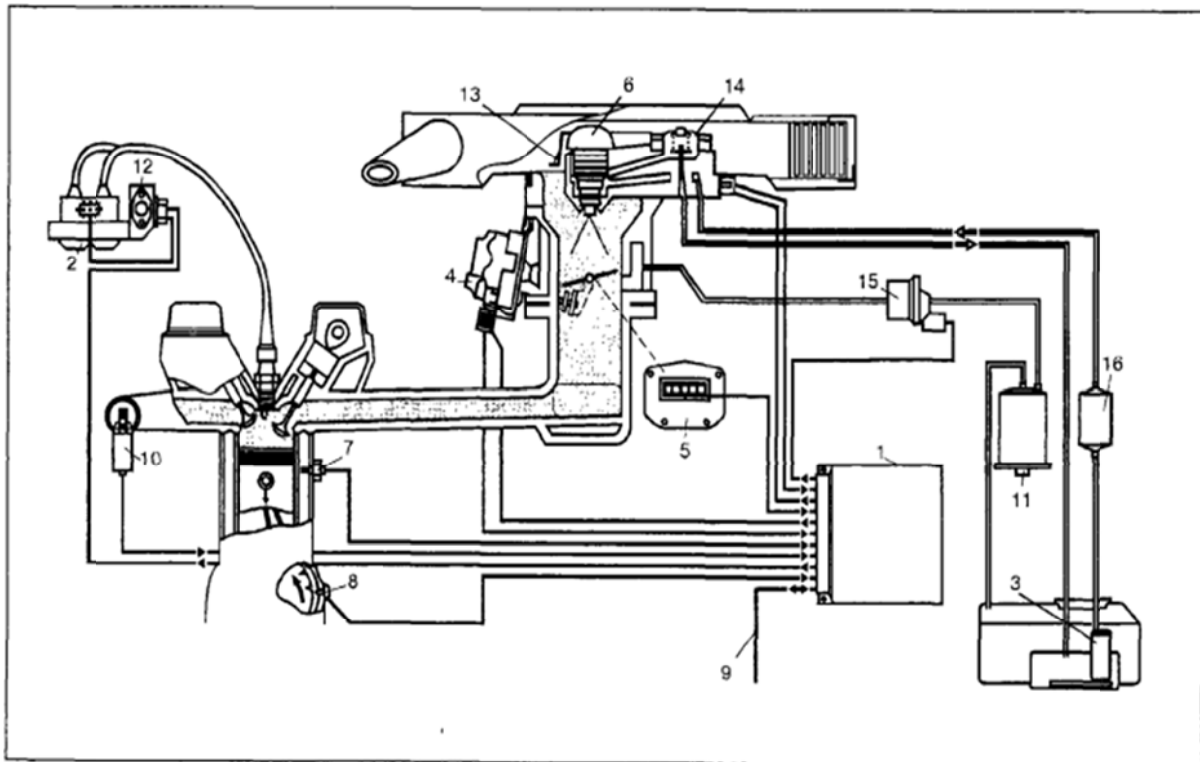


Рис. 9. Схема системы Mono-Monotronic:

1 – ЭБУ; 2 – катушка зажигания; 3 – электрический топливный насос; 4 – регулятор холостого хода; 5 – датчик положения дроссельной заслонки; 6 – электромагнитная форсунка; 7 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 – датчик частоты вращения двигателя; 9 – разъем для диагностики; 10 – кислородный датчик; 11 – емкость с активированным углем (адсорбер); 12 – распределитель бесконтактного электронного зажигания; 13 – диффузор с датчиком температуры всасываемого воздуха; 14 – регулятор давления топлива; 15 – возвратный топливный клапан; 16 – топливный фильтр

В системе Mono-Monotronic в отличие от более сложных систем основные сигналы зависят от положения дроссельной заслонки и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Кроме того, учитываются сигналы от кислородного датчика, а также датчиков температуры охлаждающей жидкости и всасываемого воздуха. Рассчитанное ЭБУ требуемое количе-

ство топлива посредством центральной электромагнитной форсунки периодически впрыскивается над дроссельной заслонкой и смешивается с воздухом. С учетом этих же данных, но по другой программе управляющие импульсы подаются на катушку зажигания.

Система способна учитывать износ цилиндропоршневой группы двигателя (падение компрессии) и изменение атмосферного давления. Если датчики начинают подавать ошибочные сигналы, информация об этом накапливается в памяти. Во время технического обслуживания она считывается диагностическим тестером, что позволяет быстро найти источник неисправности.

Системы впрыска LH-Jetronic

Система LH-Jetronic отличается от систем LE-Jetronic главным образом измерителем расхода воздуха. Эта система представляет собой также систему прерывистого впрыска топлива низкого давления. Электронный блок управления (цифровая микроЭВМ) приводит соотношение воздуха и топлива в соответствие с нагрузкой и числом оборотов коленчатого вала двигателя.

Электрический топливный насос забирает топливо из бака и подает его под давлением через фильтр к форсункам.

В зависимости от давления во впускном коллекторе, регулятор давления поддерживает постоянное давление подачи топлива к форсункам (давление постоянно для данного разрежения).

Электронный блок управления рассчитывает количество топлива, поступающего к форсункам, и поддерживает постоянный состав смеси в зависимости от количества всасываемого воздуха, определяемого измерителем с нагреваемым проводником.

В системах LH-Jetronic (рис. 10) применяется термоанемометрический измеритель расхода воздуха (греч. *anemos* – ветер). Принцип его действия – тепловая энергия, необходимая в единицу времени для поддержания постоянного перепада температур между нагреваемым элементом и обтекающим его воздухом, пропорциональна массовому расходу воздуха, проходящего через заданное сечение потока. Измерительный теплообменный элемент представляет собой платиновую проволоку диаметром 0,07 мм, размещенную в середине цилиндрического воздушного канала. На входе и выходе канала устанавливаются специальные направляющие для получения параллельных струй воздуха. Перед входом установлена защитная решетка. Постоянный перепад температур равен 150 °С, ток изменяется от 500 до 1500 мА. Величина тока нагрева, требуемого для сохранения постоянного температурного перепада между воздухом и проводником, является мерой массы воздуха, поступающего в двигатель.

Этот ток преобразуется в импульсы напряжения, которые обрабатываются блоком электронного управления как основной входной параметр наравне с частотой вращения коленчатого вала двигателя. Диапазон измерения расхода воздуха составляет от 9 до 360 кг/ч.

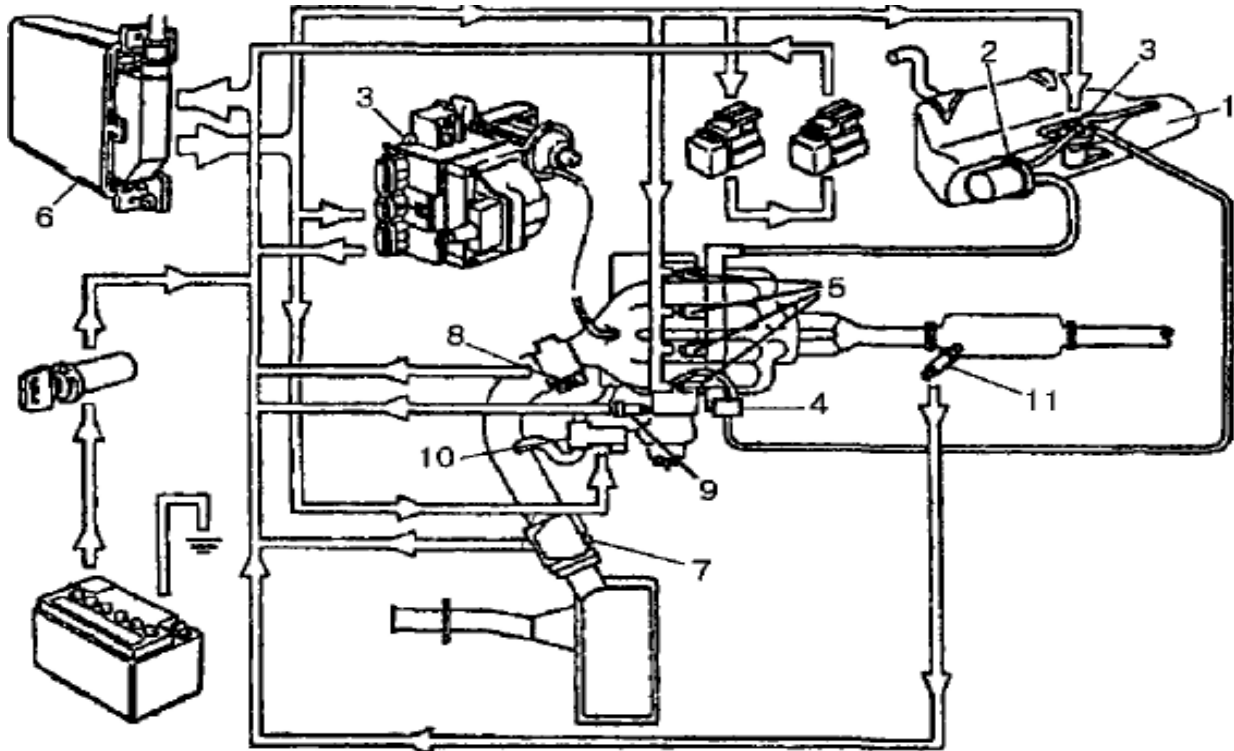


Рис. 10. Схема системы впрыска LH-Jetronic:

1 – топливный бак, 2 – фильтр тонкой очистки топлива, 3 – топливный насос, 4 – регулятор давления топлива, 5 – рабочие форсунки, 6 – электронный блок управления, 7 – измеритель массы воздуха с нагреваемым проводником, 8 – выключатель положения дроссельной заслонки, 9 – датчик температуры охлаждающей жидкости, 10 – регулятор холостого хода, 11 – датчик концентрации кислорода

В ряде систем впрыска, например D-Jetronic General Motors и др., вообще отказались от расходомера воздуха и соответствие между количествами топлива и воздуха осуществляется электронным блоком управления по сигналам от трех датчиков: положения дроссельной заслонки, частоты вращения коленчатого вала двигателя и степени разрежения или величины давления во впускном коллекторе.

Система распределенного (многоточечного) впрыска топлива KE-Jetronic

Система впрыска KE-Jetronic – это механическая система постоянного впрыска топлива, подобная системе K-Jetronic, но с электронным блоком управления (E-Electronic). В системе KE-Jetronic регулятор управляющего давления заменен электрогидравлическим регулятором.

Кроме этого, система имеет установленный на рычаге расходомера воздуха потенциометр (реостатный датчик) и выключатель положения дроссельной заслонки. Потенциометр сообщает электрическими сигналами в электронный блок управления информацию о положении напорного диска расходомера воздуха. Положение напорного диска определяется расходом воздуха (разрежением во впускном трубопроводе, положением дроссельной заслонки, нагрузкой двигателя).

Выключатель положения дроссельной заслонки может информировать электронный блок управления: о крайних положениях дроссельной заслонки – полностью открыта или закрыта (в этом случае выключатель называется концевым); о всех положениях дроссельной заслонки; о всех положениях и о скорости ее открытия и закрытия.

Система KE-Jetronic (рис.11) является дальнейшим развитием системы K-Jetronic. Она более сложная, но позволяет лучше оптимизировать дозирование топлива. Идеальное дозирование – это топливная экономичность, наименьшая токсичность отработавших газов, наилучшая динамика. К сожалению, совместить все три эти составляющие не удастся. Поэтому, к примеру, о топливной экономичности заботятся при всех частичных нагрузках, а при полной нагрузке – только о наилучших динамических показателях.

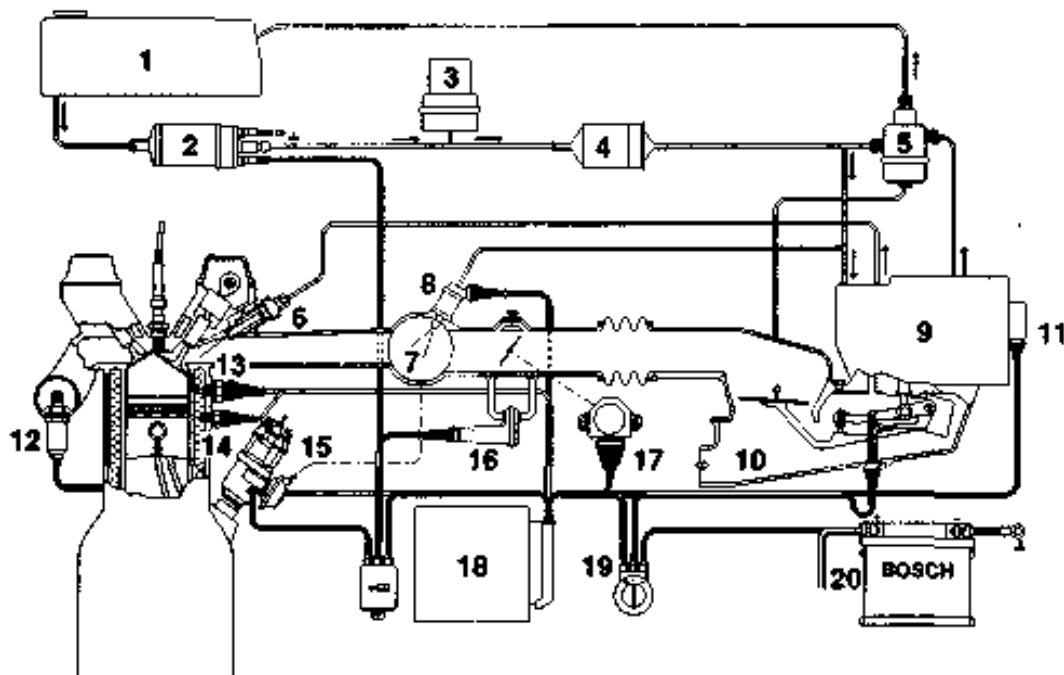


Рис. 11. Схема системы KE-Jetronic:

1 – топливный бак; 2 – электробензонасос; 3 – гидроаккумулятор топлива; 4 – топливный фильтр; 5 – стабилизатор перепада давления топлива; 6 – форсунка; 7 – выпускной коллектор; 8 – пусковая форсунка; 9 – дозатор; 10 – измеритель расхода воздуха; 11 – электрогидравлический корректор давления; 12 – кислородный датчик; 13,14 – ДТОЖ; 15 – распределитель зажигания; 16 – РХХ; 17 – ДПДЗ; 18 – ЭБУ; 19 – выключатель зажигания; 20 – аккумуляторная батарея

Наиболее распространенные схемы впрыска топлива, которые используют зарубежные производители, – это системы D-Jetronic, LH-Jetronic, L-Jetronic.

4. Краткие сведения о датчиках и механизмах исполнения инжекторного бензинового двигателя

Система подачи топлива включает в себя бензонасос, топливный фильтр, топливопроводы и топливную рампу в сборе с форсунками и регулятором давления топлива.

Форсунка (другое название инжектор), являясь конструктивным элементом системы впрыска, предназначена для дозированной подачи топлива, его распыления в камере сгорания (впускном коллекторе) и образования топливно-воздушной смеси (рис. 12).

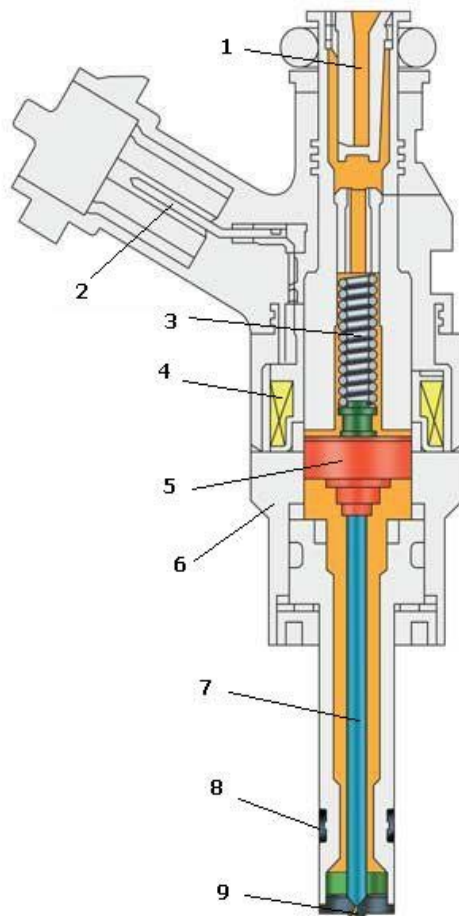


Рис. 12. Схема форсунки, устанавливаемой в системе непосредственного впрыска топлива:

1 – сетчатый фильтр; 2 – электрический разъем; 3 – пружина; 4 – обмотка возбуждения; 5 – якорь электромагнита; 6 – корпус форсунки; 7 – игла форсунки; 8 – уплотнение; 9 – сопло форсунки

Форсунка используется в системах впрыска как бензиновых, так и дизельных двигателей. На современных двигателях устанавливаются форсунки с электронным управлением впрыска.

В зависимости от способа осуществления впрыска различают следующие **виды форсунок**:

- электромагнитная;
- электрогидравлическая;
- пьезоэлектрическая.

Бензонасос предназначен для перекачивания топлива в топливную рампу.

В современных автомобилях устанавливаются два типа бензонасосов: механические и электрические. Механические бензонасосы обычно применяются в автомобилях карбюраторного типа, при этом топливо в карбюратор подается под низким давлением, а электрические – в топливных системах инжекторного типа с подачей топлива под давлением (рис. 13).



Рис. 13. Пример электрического бензонасоса

Механические бензонасосы крепятся снаружи топливного бака, а электрические – внутри топливного бака. А в некоторых двигателях устанавливаются два бензонасоса: один, работающий на больших объемах под низким давлением, внутри топливного бака, а другой, работающий на малых объемах под высоким давлением, на двигателе или около него.

Давление топлива поддерживается в топливной рампе **регулятором давления топлива** (рис. 14). Регулятор давления топлива предназначен для поддержания постоянного перепада давления между давлением

воздуха во впускной трубе и давлением топлива в рампе. Есть системы, в которых регулятор давления топлива совмещен с бензонасосом. Бензонасос, работающий в исправном режиме, должен создавать давление не менее чем 5 атм. Рабочее давление должно быть примерно 2,3...2,5 атм. Если бензонасос совмещен с регулятором давления топлива, который используется в системе с бессливной рампой, то давление должно быть 4 атм.

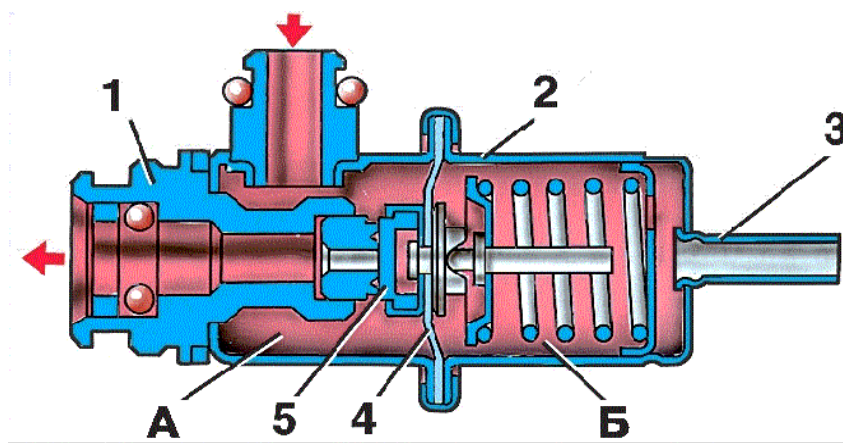


Рис. 14. Устройство регулятора давления топлива:
1 – корпус; 2 – крышка; 3 – патрубок для вакуумного шланга; 4 – диафрагма;
5 – клапан; А – топливная полость; Б – вакуумная полость

Система зажигания обеспечивает поджиг топлива в нужный момент. Она может быть контактной, бесконтактной или микропроцессорной. Контактная система включает прерыватель-распределитель, катушку, выключатель зажигания, свечи. Бесконтактная система включает то же самое оборудование, только вместо прерывателя стоит датчик Холла или индукционный датчик. Микропроцессорная система зажигания управляется специальным блоком-компьютером, она включает датчик положения коленвала, блок управления зажиганием, коммутатор, катушки, свечи, датчик температуры двигателя. У инжекторного двигателя к этой системе добавляются датчик положения дроссельной заслонки и датчик массового расхода воздуха.

В электронной системе зажигания можно выделить следующие составные части: 1 – модуль зажигания; 2 – высоковольтные провода; 3 – свечи зажигания.

Модуль зажигания (рис. 15) включает две катушки зажигания и два высоковольтных ключа-коммутатора. Катушка зажигания служит для накопления энергии, достаточной для воспламенения топливовоздушной смеси, в ее вторичной цепи формируется высокое напряжение, которое далее подается на свечи зажигания. Катушка зажигания состоит из двух индуктивно связанных обмоток (первичной и вторичной). Работа катушки зажигания основана на законе индукции.



Рис. 15. Пример модуля зажигания

С помощью **высоковольтных проводов** (рис. 16) высокое напряжение с катушки зажигания подается на свечи зажигания. Высоковольтный провод представляет собой токопроводящую жилу в силиконовой изоляции, на концах которой и находятся высоковольтные контактные наконечники. Высоковольтный провод обладает сопротивлением 6...15 кОм. Это делается специально для снижения уровня электромагнитных помех, которые возникают в момент искрообразования.



Рис. 16. Пример высоковольтных проводов

Свечи зажигания (рис. 17) служат для воспламенения топливовоздушной смеси. При увеличении напряжения вторичной цепи до величины пробоя искровой промежутка между центральным и боковым электродами свечи зажигания становится токопроводящим, запасенная энергия катушки зажигания преобразуется в искру, воспламеняющую топливовоздушную смесь. Величина напряжения пробоя искрового промежутка зависит от зазора между электродами, от геометрии электродов, от давления в камере сгорания и от коэффициента избытка воздуха смеси в момент воспламенения. С ростом давления в камере сгорания напряжение пробоя увеличивается.

ется. Важными параметрами свечей зажигания являются калильное число и длина искрового промежутка. Калильное число характеризует количество тепла, которое может отводить свеча зажигания из камеры сгорания. Свеча зажигания с низким калильным числом плохо отводит тепло, сильно нагревается за время рабочего хода поршня и не успевает остыть до того, как следующая порция топливовоздушной смеси поступит в цилиндр. Вследствие этого происходит преждевременное калильное (не от искры) зажигание. Если же детали свечи зажигания остаются слишком холодными (высокое калильное число), то свеча теряет способность к самоочищению, нагар загрязняет электроды и изолятор, что может привести к возникновению перебоев в искрообразовании. Оптимальная рабочая температура для самоочищения свечи – от 400 до 900 °С. Длина искрового промежутка влияет на качество сгорания топливовоздушной смеси. Чем больше искровой промежуток, тем увереннее происходит ее воспламенение. Но максимальное значение межэлектродного расстояния ограничивается максимально допустимым значением вторичного напряжения катушки зажигания, скоростью нарастания вторичного напряжения, которое, в свою очередь, определяется конструктивными особенностями катушки зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания.

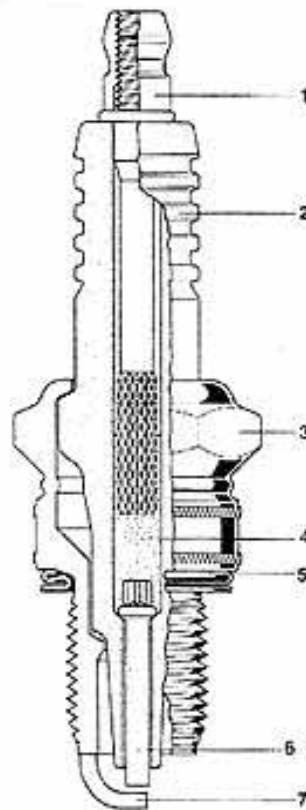


Рис. 17. Устройство свечи зажигания:

1 – контакт; 2 – изолятор; 3 – корпус; 4 – электропроводное стекло; 5 – уплотнение;
6 – центральный электрод; 7 – боковой электрод

Дроссельный узел (рис. 18) дозирует количество воздуха, поступающего во впускную трубу. Он закреплен на ресивере. Количество поступающего в двигатель воздуха регулируется дроссельной заслонкой, соединенной с приводом педали акселератора. В состав дроссельного узла входят датчик положения дроссельной заслонки и регулятор холостого хода.

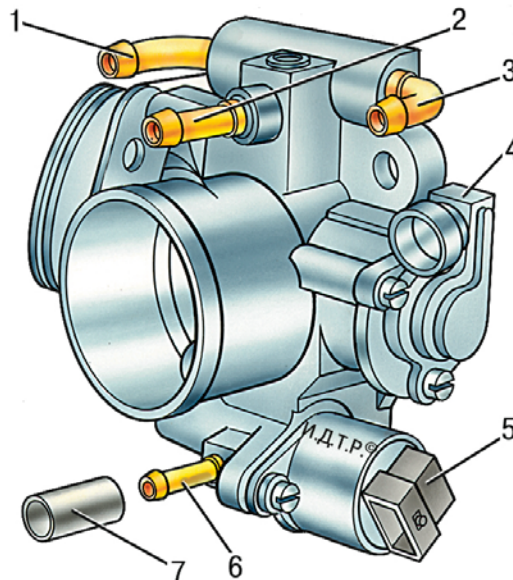


Рис. 18. Дроссельный узел:

1 – патрубок подвода охлаждающей жидкости; 2 – патрубок системы вентиляции картера на холостом ходу; 3 – патрубок для отвода охлаждающей жидкости; 4 – датчик положения дроссельной заслонки; 5 – регулятор холостого хода; 6 – штуцер для продувки адсорбера (используется в системе распределенного впрыска с обратной связью); 7 – заглушка

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) необходим в системе для точного дозирования топлива (рис. 19). По сигналу ДПДЗ контроллер определяет текущее положение дроссельной заслонки, по скорости изменения сигнала отслеживается динамика нажатия педали акселератора, что, в свою очередь, является определяющим фактором для точного дозирования топлива.



Рис. 19. Пример датчика положения дроссельной заслонки

Регулятор холостого хода (РХХ) является устройством, которое необходимо в системе для стабилизации оборотов холостого хода двигателя (рис. 20). РХХ представляет собой шаговый электродвигатель с подпружиненной конусной иглой. Во время работы двигателя на холостом ходу за счет изменения проходного сечения дополнительного канала подачи воздуха в обход закрытой заслонки дросселя в двигатель поступает необходимое для его стабильной работы количество воздуха. Этот воздух учитывается датчиком массового расхода воздуха (ДМРВ), и в соответствии с его количеством контроллер осуществляет подачу топлива в двигатель через топливные форсунки.



Рис. 20. Пример регулятора холостого хода

Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) – устройство, предназначенное для оценки количества воздуха, поступающего в двигатель автомобиля (рис. 21). Является одним из датчиков электронных систем управления двигателем автомобиля с впрыском топлива.



Рис. 21. Пример датчика массового расхода воздуха

На основании информации, получаемой с датчика, электронный блок управления (ЭБУ) вычисляет необходимый объем топлива, чтобы поддерживать стехиометрическое соотношение топлива и воздуха для заданных режимов работы двигателя. Также информация с ДМРВ используется ЭБУ для расчета режимной точки двигателя. ЭБУ, учитывая значения массового расхода воздуха, температуру двигателя и его обороты, может вычислить нагрузку на двигатель и исходя из этой информации может управлять не только количеством подаваемого в двигатель топлива, но и углом опережения зажигания, таким образом управляя крутящим моментом двигателя.

Электронный блок управления (ЭБУ) является основным конструктивным элементом системы управления двигателем (рис. 22). Он принимает информацию от множества входных датчиков, обрабатывает ее в соответствии с определенным алгоритмом и формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства различных систем двигателя. Применение электронного регулирования позволяет оптимизировать основные параметры работы двигателя для различных режимов работы: мощность, крутящий момент, расход топлива, состав отработавших газов и др.



Рис. 22. Пример электронного блока управления

Конструктивно электронный блок управления двигателем объединяет аппаратное и программное обеспечение. Аппаратное обеспечение включает ряд электронных компонентов, основным из которых является микропроцессор. Аналоговые сигналы (как правило, изменение напряжения) ряда датчиков преобразуются в цифровые сигналы, понятные микропроцессору, с помощью аналогово-цифрового преобразователя. В ряде случаев электронный блок управления должен обеспечить аналоговые управляющие воздействия, которые реализуются с помощью цифроаналогового преобразователя.

Программное обеспечение ЭБУ объединяет два вычислительных модуля – функциональный и контрольный. Функциональный модуль получает сигналы от датчиков, производит их обработку и формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства. Контролирующий модуль проверяет выходные сигналы и при необходимости производит их корректировку вплоть до остановки двигателя.

Электронный блок управления двигателем может выполнять следующие функции:

- управление впрыском топлива;
- регулирование положения дроссельной заслонки;
- управление зажиганием;
- регулирование состава отработавших газов;
- управление системой улавливания паров бензина;
- регулирование системы рециркуляции отработавших газов;
- управление фазами газораспределения;
- регулирование температуры охлаждающей жидкости.

Адсорбер (рис. 23) – элемент инжекторной системы ДВС, который собирает пары бензина из топливного бака. Адсорбер заполнен гранулами активированного угля, которые непосредственно поглощают и сохраняют пары бензина.



Рис. 23. Пример адсорбера

Система охлаждения предназначена для охлаждения деталей двигателя, нагреваемых в результате его работы. Система охлаждения двигателя имеет следующие основные элементы:

- радиатор системы охлаждения;
- термостат;
- вентилятор радиатора;
- элементы управления.

Вентилятор радиатора (рис. 24) служит для повышения интенсивности охлаждения жидкости в радиаторе. Вентилятор может иметь различный привод:

- механический (постоянное соединение с коленчатым валом двигателя);
- электрический (управляемый электродвигатель);
- гидравлический (гидромуфта).



Рис. 24. Пример вентилятора радиатора

Наибольшее распространение получил электрический привод вентилятора, обеспечивающий широкие возможности для регулирования.

Типовая схема управления вентилятором с электрическим приводом включает:

- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- электронный блок управления двигателем;
- реле включения вентилятора;
- электродвигатель (в качестве исполнительного устройства).

Термостат (рис. 25) – это регулятор температуры жидкости в системе охлаждения двигателя. Термостат используется в системе охлаждения двигателя для управления потоком охлаждающей жидкости между двигателем и радиатором. В результате его работы обеспечивается быстрый прогрев двигателя при запуске и поддержание оптимального температурного режима на всех режимах работы.



Рис. 25. Пример термостата

Датчик температуры охлаждающей жидкости (рис. 26) фиксирует значение контролируемого параметра и преобразует его в электрический сигнал. Для расширения функций системы охлаждения (охлаждения отработавших газов в системе рециркуляции отработавших газов, регулирования работы вентилятора и др.) на выходе радиатора устанавливается дополнительный датчик температуры охлаждающей жидкости.



Рис. 26. Пример датчика температуры охлаждающей жидкости

Сигналы от датчика принимает электронный блок управления и преобразует их в управляющие воздействия на исполнительные устройства.

5. Основы диагностики инжекторного двигателя

С 1996 г. все продаваемые в США автомобили стали соответствовать **OBD – II** (общемоторной диагностике второго поколения).

Встроенная (бортовая) система диагностирования двигателя – совокупность входящих в конструкцию автомобиля устройств, обеспечивающих своевременное информирование водителя о неисправностях в системах управления двигателем и нейтрализации отработавших газов, а также накопление этой информации в процессе эксплуатации.

Требования стандарта **OBD – II** предусматривают:

- стандартный диагностический разъем;
- стандартное размещение диагностического разъема;
- стандартный протокол обмена данными между сканером и автомобильной бортовой системой диагностики;
- стандартный список кодов неисправностей;
- сохранение в памяти электронного блока управления (ЭБУ) кадра значений параметров при появлении кода ошибки («замороженный» кадр);
- мониторинг бортовыми диагностическими средствами компонентов, отказ которых может привести к увеличению токсичных выбросов в окружающую среду;
- доступ как специализированных, так и универсальных сканеров к кодам ошибок, параметрам, «замороженным» кадрам, тестирующим процедурам и т.д.;
- единый перечень терминов, сокращений, определений, используемых для элементов электронных систем автомобиля и кодов ошибок.

В Европе аналогичные документы принимаются с запаздыванием по отношению к США. Аналогичные правила **EOBD** (Европейская общемоторная диагностика) вступили в силу с 2000 г. для автомобилей с бензиновыми двигателями и с 2004 г. – для автомобилей с дизельными двигателями.

В рамках OBD-II используются пять протоколов обмена данными между сканером и автомобилем – ISO 9141, ISO 14230 (также именуется KWP2000), PWM, VPW и CAN (также каждый из протоколов имеет несколько разновидностей – например разновидности отличаются по скорости обмена информацией). Перечень марок и моделей автомобилей и поддерживаемые ими OBD-II-протоколы можно найти в Интернете.

Считывание диагностических кодов

По оценкам производителей, до 30 % случаев неисправностей автомобилей обнаруживается и исправляется на основе информации в виде указаний, предложений, диагностических карт в руководствах по техническому обслуживанию и ремонту. Перед использованием документации следует точно знать модель, год выпуска, тип двигателя и трансмиссии, постоянная или непостоянная эта неисправность.

В памяти компьютера ЭБУ (в регистраторе неисправностей) сохраняются как **коды** постоянных (текущих) неисправностей, так и тех, которые обнаружены ЭБУ, но в данный момент не проявляются – это непостоянные (однократные, исторические) коды. Коды и постоянных, и непостоянных неисправностей, которые, по сути дела, являются диагностическими кодами, называются кодами ошибок или кодами неисправностей. Но, строго говоря, это не одно и то же. Если при возникновении какой-нибудь неисправности (постоянной или непостоянной) в регистратор неисправности записывается строго однозначный код, то такой диагностический код может быть назван **«кодом неисправности»**. Такой код возникает под прямым непосредственным воздействием конкретной неисправности и присущ только ей. Но некоторые неисправности воздействуют на систему самодиагностики не прямо, а опосредованно, через изменения параметров в ЭБУ. Такие неисправности не имеют своего прямого кода для фиксации в регистраторе, но, как и любые другие неисправности, вызывают нарушение штатного (стандартного) режима работы контролируемой системы. Как следствие, в регистратор неисправностей записывается код сбоя в системе, который и называется **«кодом ошибки»**. Как правило, код ошибки указывает на несколько возможных неисправностей и в разных подсистемах (или устройствах) управления.

Структура кодов ошибок

В соответствии со стандартом **OBD – II** коды ошибок алфавитно-цифровые, содержат пять символов, например **P0112**:

а) буква показывает назначение (область применения) неисправного устройства:

Р – трансмиссия (двигатель и КПП); С – шасси (ходовая часть); В – «кузовные системы» (подушки безопасности, центральный замок, электроподъемники и т. д.); U – система взаимодействия между электронными блоками (например шина CAN);

б) первая цифра кода после буквы обозначает либо группу общих кодов по SAE (0), либо группу специализированных кодов производителя (1). Цифры 2 и 3 зарезервированы для последующего использования за **SAE**;

в) вторая цифра кода после буквы (цифры от 0 до 9) обозначает конкретную систему автомобиля, в которой присутствует неисправность (например, если областью применения является трансмиссия (двигатель и КПП) – (P), то для нее определены следующие 8 систем: 1 – топливная система и система воздухоподачи, 2 – топливная система и система воздухоподачи (только виды неисправностей в цепи форсунок), 3 – система зажигания или пропуск вспышек в цилиндрах, 4 – дополнительная система управления снижением токсичности (эмиссией), 5 – система управления скоростью автомобиля и система управления оборотами коленчатого вала двигателя, 6 – цепи различных электронных систем управления, 7 и 8 – трансмиссия (коробка передач), 9,0 – зарезервировано за **SAE**);

г) остальные две цифры обозначают конкретный компонент системы.
Пример.

Код **P0112** расшифровывается с учетом сказанного следующим образом:

P – неисправность систем управления силовым агрегатом; **0** – код установлен **SAE**; **1** – система подачи топлива и воздуха; **12** – сигнал низкого уровня в цепи датчика температуры воздуха на впуске (система **EOBD**).

В системе **OBD – II** используется значительное число кодов ошибок. Для примера приведем диагностические коды, записываемые в память контроллера (ЭБУ) Январь 5.1.1:

- P0102 – низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха;
- P0103 – высокий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха;
- P0117 – низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости;
- P0118 – высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости;
- P0122 – низкий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки;
- P0123 – высокий уровень сигнала датчика положения дроссельной заслонки;
- P0325 – обрыв цепи датчика детонации;
- P0327 – низкий уровень сигнала датчика детонации;
- P0328 – высокий уровень сигнала датчика детонации;
- P0335 – ошибка угловой синхронизации (ДПКВ);
- P0340 – неверный сигнал датчика фаз;
- P0501 – неверный сигнал датчика скорости автомобиля;
- P0505 – ошибка регулятора холостого хода;
- P0562 – пониженное напряжение бортовой сети;

- P0563 – повышенное напряжение бортовой сети;
- P0601 – ошибка связи с иммобилизатором;
- P1612 – ошибка сброса блока управления;
- P1620 – ошибка ПЗУ;
- P1621 – ошибка ОЗУ;
- P1622 – ошибка ЭРПЗУ.

Считывание кодов неисправностей у каждой модели или модификации автомобиля имеет свои особенности, изложенные в инструкции по обслуживанию и ремонту. Допустим, сканер показал код неисправности по *EOBD P0335* – это значит неисправность в цепи датчика положения коленчатого вала, а проверка или устранение этого дефекта будут иметь свои особенности на конкретном двигателе, для чего используются диагностические карты, соответствующие тому или иному диагностическому коду (рис. 27).

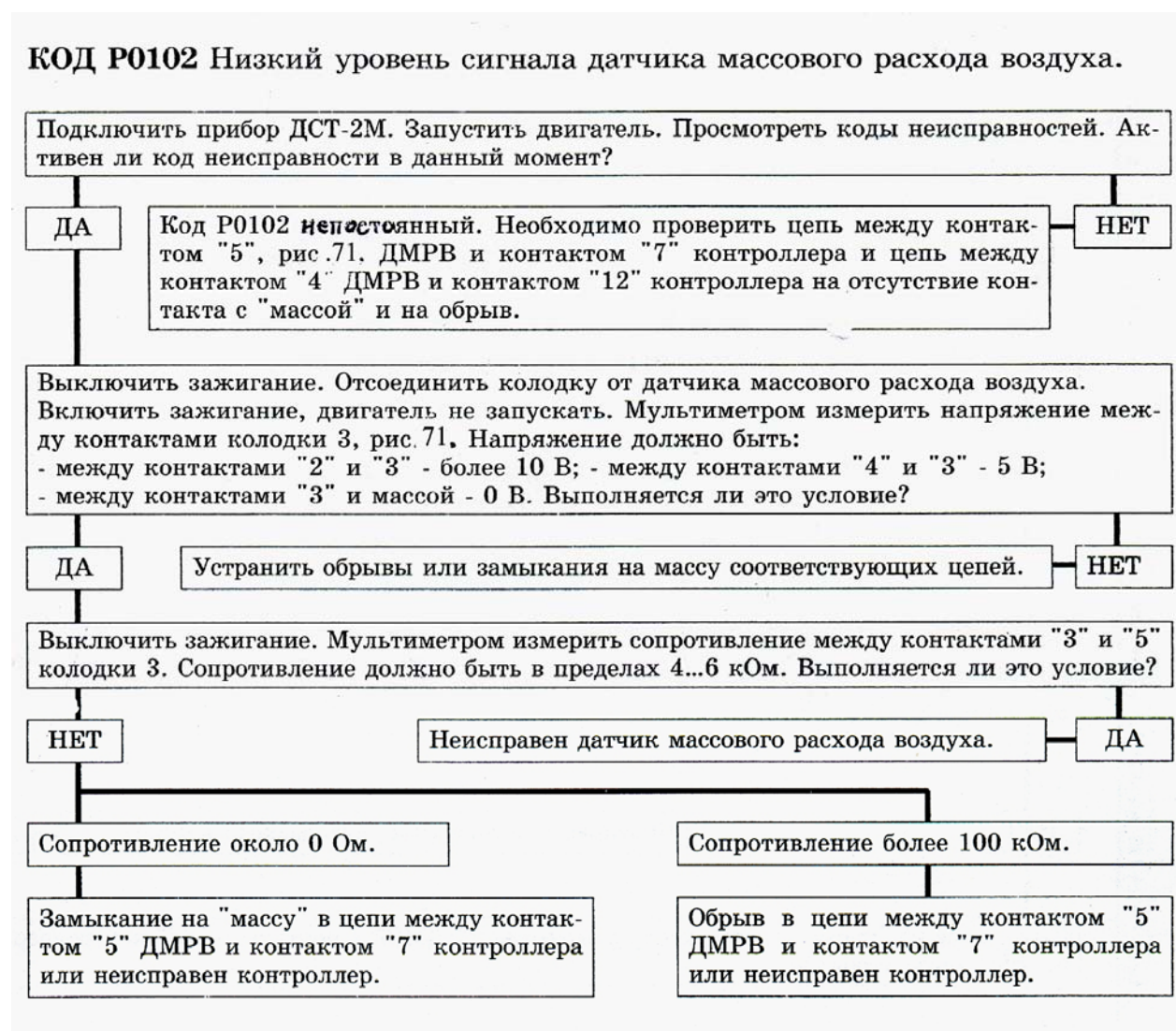


Рис. 27. Пример диагностической карты

4. Переведите ключ в замке зажигания в положение «ON».
5. С помощью тестера считайте диагностические коды неисправностей.
6. Определите неисправность по считанному коду и произведите необходимый ремонт или исправление неисправности.
7. После завершения ремонта или исправления неисправности переведите ключ в замке зажигания в положение «OFF».
8. Удалите коды неисправностей из памяти электронного блока управления с помощью кнопки сброса тестера.
9. Отсоедините тестер.

Стирание кодов неисправностей без тестера

1. Выключите зажигание (ключ в положении «OFF» (ВЫКЛ)).
2. После отсоединения провода от отрицательной клеммы аккумуляторной батареи на 15 с или больше снова подсоедините провод к клемме.
3. Запустите двигатель и после прогрева дайте ему поработать на режиме холостого хода 15 мин или больше.
4. При включенном зажигании считайте коды неисправностей и убедитесь, что выдается код нормального состояния.

Код неисправности (для системы впрыска топлива) может быть автоматически удален из памяти электронного блока управления двигателем при включенном зажигании, если соответствующая неисправность не была обнаружена в течение 40 последующих циклов движения автомобиля.

Современная промышленность выпускает различные типы и марки сканеров, позволяющих диагностировать электронные системы автомобилей (рис. 29; 30; 31; 32).



Рис. 29. BARS 4 PROF –
автомобильный
мультимарочный сканер

BARS 4 PROF – профессиональный автомобильный мультимарочный сканер с комплектом переходников и адаптеров для работы с электронными системами управления автомобилями марок *Audi, BMW, Citroen, Daihatsu, Ford, Honda, Hyundai, Infiniti, Kia, Lexus, Mazda, Mercedes – Benz, Mitsubishi, Nissan, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Seat, Skoda, Subaru, Suzuki, Toyota, Volkswagen, Volvo, Saab*. Список моделей постоянно меняется.



Рис. 30. Автомобильный диагностический сканер DST – 12/НК1

Автомобильный диагностический сканер *ДСТ – 121* предназначен для диагностики неисправностей различных электронных систем автомобиля: электронного управления впрыском топлива, антиблокировочной системы, иммобилизатора, климатической системы, отопителя и др. *ДТС – 12* выпускается на замену снятого с производства *ДСТ – 10Н*.

Поддерживает диагностику электронных систем управления автомобилями *ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, ИЖ, ЗАЗ, GM – AVTOVAZ, Сeаз/Камаз, группы VAG (Audi, VW, Skoda, Seat), Daewoo, Daewoo/Chevrolet, Kia, Opel, Renault, Peugeot, Fiat, Citroen, Hyundai* и др.



Рис. 31. Автомастер AM1 – М

Автомастер AM1 – М – современный диагностический комплекс на базе персонального компьютера, сочетающий в себе функции мотортестера, сканера электронных блоков управления, многоканального осциллографа и генератора имитатора сигналов датчиков. Модульность, возможность поставки различных конфигураций (для разных марок авто) с последующим дооснащением делают автомастер *AM1* незаменимым в автосервисах любого уровня. В базовую комплектацию входит жгут вторичной цепи (*DIS – 4*).



Рис. 32. Автомобильный диагностический сканер АВТОАС – F16

Автомобильный портативный диагностический сканер *АВТОАС – F16* предназначен для тестирования различных систем автомобилей (двигатель *АКПП, ABS* и др.). Защита от переплюсовки и перенапряжения. Диагностика *ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, ИЖ, ЗАЗ + иномарки: Audi, Daewoo, Hyundai, VW, Skoda, Seat, Opel, Mercedes, OBD – II (EOBD)*.

Пояснения по работе системы самодиагностики

Блок управления двигателем отслеживает входные/выходные сигналы (одни постоянно, другие – только при определенных условиях).

В случае, если обнаружено нарушение в работе системы постоянное или в течение заданного промежутка времени или если после первого некорректного сигнала в электронный блок управления двигателем поступило еще несколько подобных сигналов, то электронный блок управления двигателем воспримет это как наличие неисправности, запишет соответствующий код неисправности в память и пошлет сигнал на выход системы самодиагностики.

Когда система самодиагностики обнаруживает критическую неисправность одного из основных датчиков, то система управления двигателем переходит на аварийный режим управления (*LIMPHOMEFUNCTION*), заменяя некорректный сигнал ранее записанным в память блока управления сигналом, чтобы автомобиль мог продолжить движение (до станции техобслуживания).

1. Если неисправен датчик расхода воздуха:

а) для управления используются сигналы от датчика положения дроссельной заслонки (если исправен), датчика положения коленчатого вала (частота вращения коленчатого вала двигателя), датчика температуры воздуха во впускном коллекторе в соответствии с заданной программой;

б) сервопривод регулятора оборотов холостого хода фиксируется в запрограммированном положении, в результате регулирование холостого хода не производится.

2. Если неисправен датчик температуры воздуха во впускном коллекторе, то она вычисляется с использованием сигналов датчика температуры охлаждающей жидкости.

3. Если неисправен датчик положения дроссельной заслонки, то не происходит увеличения топливоподачи при нажатии на педаль акселератора (по сигналу от датчика положения дроссельной заслонки). Для управления используются сигналы от датчика абсолютного давления, датчика температуры воздуха во впускном коллекторе и положение сервопривода регулятора оборотов холостого хода.

4. Если неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости, то температура вычисляется в зависимости от сигналов датчика температуры воздуха во впускном коллекторе.

5. Если в каком-либо цилиндре обнаружен пропуск вспышек, то прекращается подача топлива в данный цилиндр.

6. Если неисправен кислородный датчик (модели с одним датчиком) или передний кислородный датчик (модели с двумя или четырьмя датчиками), то не производится регулирование воздушно-топливного отношения (отсутствует управление с обратной связью).

7. (Модели с системой EOBД). Если неисправен задний кислородный датчик, то регулирование воздушно-топливного отношения (управление с обратной связью) производится с учетом сигналов только от переднего кислородного датчика.

8. Если неисправен датчик положения распределительного вала, то устанавливается более поздний угол опережения зажигания и последовательный впрыск топлива начинается по сигналам датчика положения коленчатого вала.

9. Если топливный баланс неправильный, то продувка адсорбера не производится.

10. Если неисправен датчик детонации, то угол опережения зажигания корректируется только по сигналам датчика положения коленчатого вала и датчика расхода воздуха.

11. Если неисправен сервопривод регулятора оборотов холостого хода, то регулирование оборотов холостого хода производится по заданной программе без сервопривода в зависимости от сигналов датчика положения дроссельной заслонки.

6. Проведение лабораторной работы

Устройство лабораторного стенда (рис. 33)

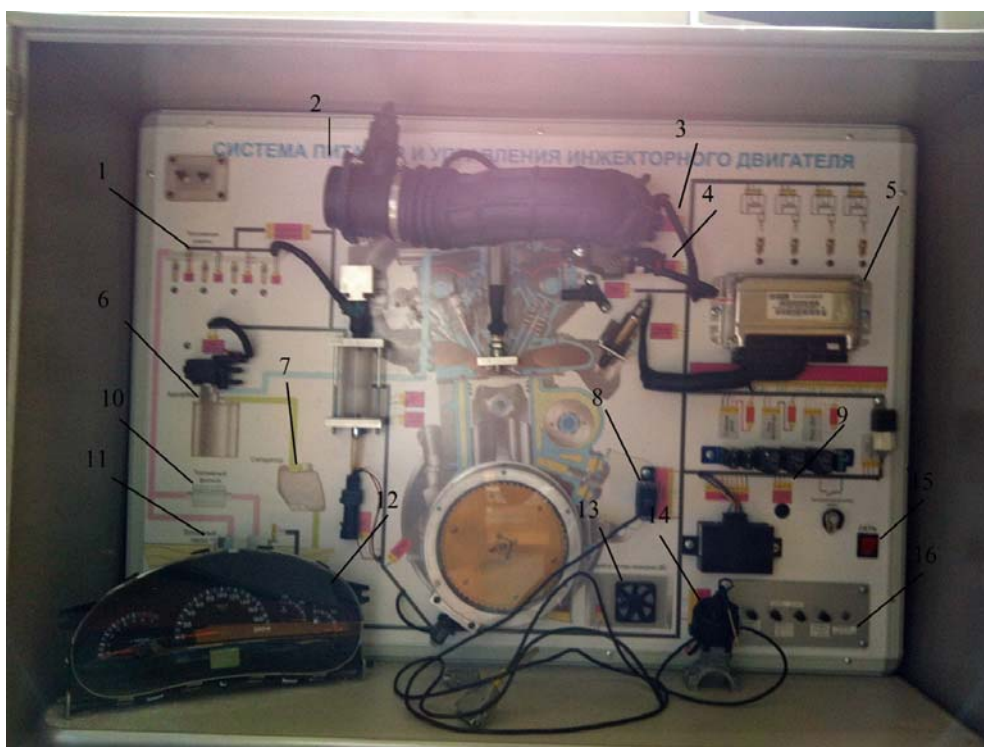


Рис. 33. Устройство лабораторного стенда:

1 – топливная рампа; 2 – датчик массового расхода воздуха; 3 – датчик положения дроссельной заслонки; 4 – регулятор холостого хода; 5 – ЭБУ; 6 – адсорбер; 7 – сепаратор; 8 – диагностическая колодка; 9 – блок предохранителей и реле; 10 – топливный фильтр; 11 – топливный насос; 12 – панель приборов; 13 – радиатор системы охлаждения; 14 – замок зажигания; 15 – клавиша «Сеть»; 16 – панель управления стендом

Цель работы

1. Изучить устройство и принцип работы инжекторной системы питания ДВС.
2. Ознакомиться с методикой стендовых испытаний.
3. Провести стендовые испытания и ознакомиться с диагностической программой «SMS Diagnostics».

Содержание работы

1. Используя лабораторный стенд для имитации неисправностей инжекторной системы питания ДВС, провести испытания согласно предложенной методике.
2. На основании данных, полученных при испытании, сделать вывод о технической исправности датчиков и исполнительных механизмов инжекторной системы питания ДВС.

Порядок выполнения работы

1. В присутствии преподавателя произведите внешний осмотр лабораторного стенда и убедитесь в отсутствии отключенных разъемов датчиков и механических повреждений.
2. Ознакомьтесь с назначением органов управления лабораторным стендом, расположенных на передней панели стенда. Перед подключением к сети убедитесь, что клавиша «Сеть» находится в положении выключено.
3. Подключите стенд к внешней сети 220 В с помощью сетевого шнура.
4. Нажмите клавишу «Сеть».
5. Вставьте ключ зажигания в замок зажигания.
6. Переведите ключ зажигания в положение «Зажигание».
7. На подключенном к стенду компьютере запустите программу «SMSDiagnostics».
8. Установите связь с ЭБУ стенда.
9. Переведите ключ зажигания в положение «Стартер».
10. С помощью регулятора уровня сигнала датчика охлаждающей жидкости симулируйте прогревание двигателя путем поворота регулятора в ту или иную сторону.
11. Симулируйте обрыв датчика охлаждающей жидкости путем перемещения соответствующего тумблера на задней панели стенда.
12. Зафиксируйте изменение показаний в программе «SMS Diagnostics».
13. Симулируйте замыкание датчика охлаждающей жидкости путем перемещения соответствующего тумблера на задней панели стенда.

14. Зафиксируйте изменение показаний в программе «SMS Diagnostics».

15. Сымитируйте высокий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха путем перемещения соответствующего тумблера на задней панели стенда.

16. Зафиксируйте изменение показаний в программе «SMS Diagnostics».

17. Сымитируйте низкий уровень сигнала датчика массового расхода воздуха путем перемещения соответствующего тумблера на задней панели стенда.

18. Зафиксируйте изменение показаний в программе «SMS Diagnostics».

19. В меню программы «SMS Diagnostics» откройте окно «Коды ошибок».

20. Зафиксируйте коды сымитированных неисправностей.

21. Сделайте выводы о проделанной работе.

Содержание отчета

В отчете необходимо дать заключение о техническом состоянии испытуемого стенда инжекторной системы питания ДВС и его составляющих. Описать устройство и принцип работы основных элементов инжекторной системы питания ДВС и их диагностирование.

Контрольные вопросы

1. Опишите устройство инжекторных систем питания ДВС.
2. Опишите принцип работы элементов инжекторных систем питания ДВС.
3. Назовите достоинства и недостатки инжекторных систем питания ДВС.
4. Опишите структуру кодов ошибок.
5. Поясните, что такое встроенная (бортовая) система диагностирования двигателя.
6. Расскажите, как происходит считывание диагностических кодов.
7. Поясните, когда система управления двигателем переходит на аварийный режим.